

# SWORD

XDI-SWORD-IMG-006

Lab6: 图像处理滤波器实验

3: 局部二值化

Joseph Xu

2018-5-10

修改记录

版本号.	作者	描述	修改日期
1.0	Joseph Xu	初稿	2018-5-10

审核记录

姓名	职务	签字	日期

## 目录

修改记录.....	1
审核记录.....	1
1. 实验简介.....	5
1.1 概述.....	5
1.2 实验目标.....	5
1.3 实验条件.....	5
1.4 实验原理.....	6
2. 局部阈值化实验流程.....	10
2.1 操作步骤.....	10
3. 局部阈值化实验结果.....	22




	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	2 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

图 1-1	实验连接示意图.....	6
图 1-2	图像对比度调节连接示意图.....	6
图 1-3	RowGenerator IP .....	7
图 1-4	WindowGenerator IP .....	7
图 1-5	MeanFilter IP .....	8
图 2-1	复制一个实验 4 副本.....	10
图 2-2	重命名实验目录.....	11
图 2-3	启动 Vivado.....	11
图 2-4	打开工程.....	12
图 2-5	实验初始视图.....	12
图 2-6	添加局部阈值化 IP.....	13
图 2-7	断开 MeanFilter IP 的 out_data 端口 .....	13
图 2-8	断开端口后视图.....	14
图 2-9	配置 ThresholdLocal IP .....	15
图 2-10	连接端口.....	16
图 2-11	Concat IP 设置 .....	16
图 2-12	端口连接检查.....	17
图 2-13	保存设计.....	17
图 2-14	创建实验顶层 Wrapper 文件 .....	17
图 2-15	自动更新顶层文件.....	18
图 2-16	Generate Bitstream.....	18
图 2-17	点击 Yes 确认生成 bit 文件.....	18
图 2-18	打开 Hardware Manager .....	18
图 2-19	硬件连接对应位置.....	19
图 2-20	实际硬件连接.....	20
图 2-21	Open target .....	20
图 2-22	Program Device .....	21
图 2-23	烧写目标器件.....	21
图 2-24	编程进度条.....	21
图 3-1	对比度变换显示结果.....	22

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	3 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

## 表目录

表 1	RowGenerator IP 端口列表 .....	7
表 2	WindowGenerator IP 端口列表 .....	8
表 3	MeanFilter IP 端口列表 .....	8

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	4 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

## 1. 实验简介

该实验是通过局部滤波器的结果进行局部阈值化。

- **对于初学者，整个实验预计耗时 1 小时。**
- **对于进阶者，整个实验预计耗时 10 分钟。**

### 1.1 概述

局部阈值化有别于全局阈值化，它并非利用一个全局的阈值作用于整张图像，而是对每一个单独的像素都使用一个单独的阈值，这属于自适应二值化的一种，这个阈值通常来源于局部滤波器的输出。不同局部滤波器给出的阈值会产生非常不同的效果，而无论是哪一种阈值，最终的目的都是给出一个比较清晰而明确的边缘，通常这个效果比较容易达到，所以局部阈值化是一个不错的边缘检测算子。


### 1.2 实验目标

本实验的目标为 SWORD4.0 能够对 HDMI 输入的图像画面进行局部阈值化后在显示器上输出的视频画面。

### 1.3 实验条件

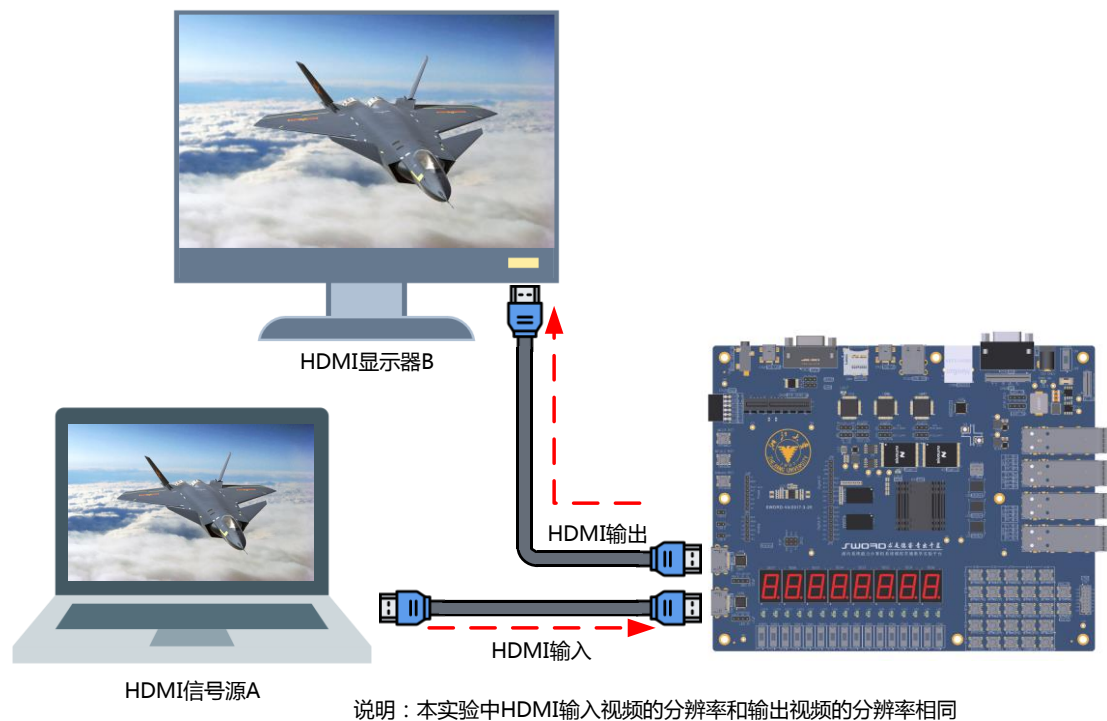
类别	名称	数量	说明
硬件	SWORD4.0	1	
	HDMI 信号源	1	如笔记本 HDMI 输出/台式计算机 HDMI 输出/带 HDMI 输出的视频机顶盒
	带 HDMI 接口的显示器	1	
	HDMI 视频线	2	
软件	Vivado Design Suite	1	版本：2014.4
	视频接口 IP 库	1	FPGA-Image-Library.zip*

\*注：FPGA-Image-Library 为戴天宇开发的一个开源图像处理 IP 库，该 IP 库遵循 LGPL，详情请见：<http://fil.dtysky.moe>

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	5 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

1.4 实验原理

该实验的连接方式如下图所示：



说明：本实验中HDMI输入视频的分辨率和输出视频的分辨率相同

图 1-1 实验连接示意图

实验利用了 1 个 IP 来实现对比度变换：ContrastTransform。其中：对比度变换实验 IP 连接示意图如下图所示：

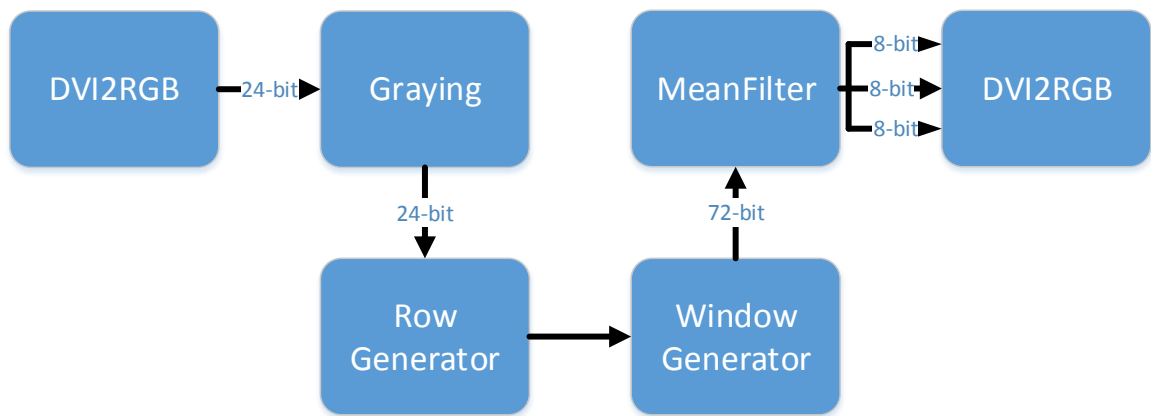


图 1-2 图像对比度调节连接示意图

RowGenerator 这个 IP 的作用是行缓存。

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	6 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

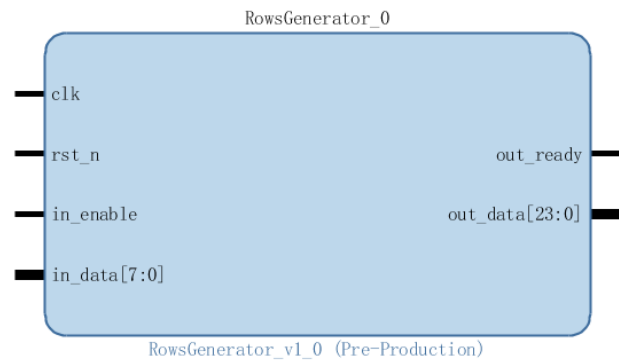


图 1-3 RowGenerator IP

该 IP 的端口信号定义如下表所示：

表 1 RowGenerator IP 端口列表

信号名	方向	宽度	含义
clk	I	1	Clock.
rst_n	I	1	Reset, active low.
in_enable	I	1	Input data enable, it works as fifo0's wr_en.
in_data	I	Color_Width	Input data, it must be synchronous with in_enable.
out_ready	O	1	Output data ready, in both two mode, it will be high while the out_data can be read.
out_data	O	rows_width * color_width	Output data, it will be synchronous with out_ready.The lowest color_width-bits of this are the first row!

而 WindowGenerator 这个 IP 的作用是滑动窗口缓存。

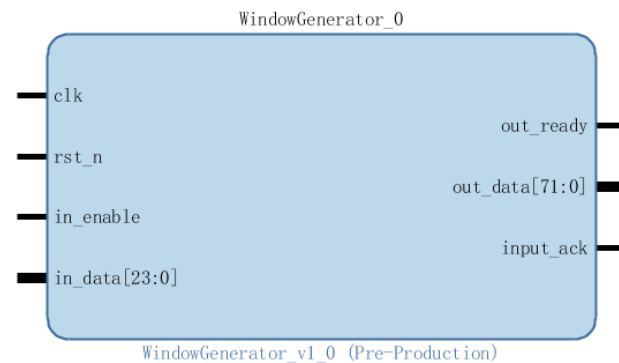


图 1-4 WindowGenerator IP

该 IP 的端口信号定义如下表所示：

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	7 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		



表 2 WindowGenerator IP 端口列表

信号名	方向	宽度	含义
clk	I	1	Clock.
rst_n	I	1	Reset, active low.
in_enable	O	1	Input data enable, in pipeline mode, it works as another rst_n, in req-ack mode, only it is high will in_data can be really changes.
in_data	O	color_width * window_width	Input data, it must be synchronous with in_enable.
out_ready	O	1	Output data ready, in both two mode, it will be high while the out_data can be read.
out_data	O	color_width* window_width *window_width	Output data, it will be synchronous with out_ready.
input_ack	O	1	Input ack, only used for req-ack mode, this port will give a ack while the input_data received.

而 MeanFilter 这个 IP 的作用是（算术）均值滤波器。

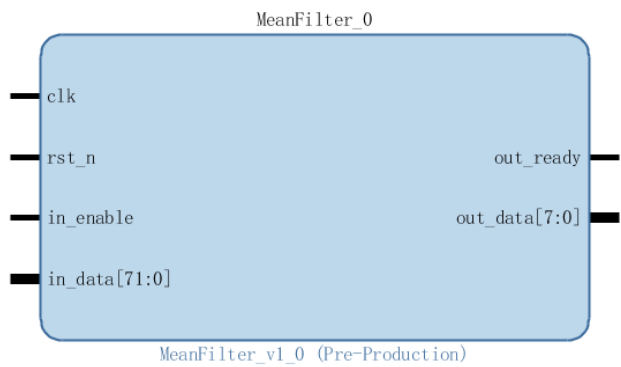



图 1-5 MeanFilter IP

该 IP 的端口信号定义如下表所示：

表 3 MeanFilter IP 端口列表

信号名	方向	宽度	含义
clk	I	1	Clock.
rst_n	I	1	Reset, active low.
in_enable	I	1	Input data enable, in pipeline mode, it works as another rst_n, in req-ack

信号名	方向	宽度	含义
			mode, only it is high will in_data can be really changes.
in_data	I	color_width * window_width * window_width	Input data, it must be synchronous with in_enable.
out_ready	O	1	Output data ready, in both two mode, it will be high while the out_data can be read.
out_data	O	color_width	Output data, it will be synchronous with out_ready.

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	9 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

## 2. 局部阈值化实验流程

本章将详细描述如何在 Vivado 2014.4 的环境下完成实验。请耐心等待，仔细按照图示和文字说明进行操作。

### 2.1 操作步骤

- 1 由于本实验是在实验 4 的基础上进行扩展，所以我们将之前的实验部分复制 1 份，具体做法为在 D:\ImageLabs 文件夹下，将鼠标左键选中 lab4，然后按住 Ctrl 键不放，并拖拽到空白处，这样得到一个 lab4 的副本，如下图所示：

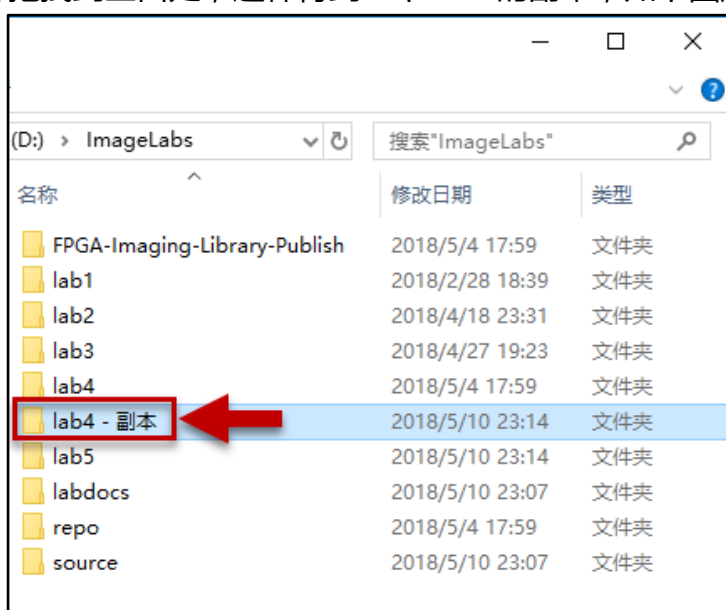



图 2-1 复制一个实验 4 副本

然后将 lab4 的副本重命名为 lab6，如下图所示，至此我们就可以在 lab6 文件夹里开始我们的实验内容：

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	10 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

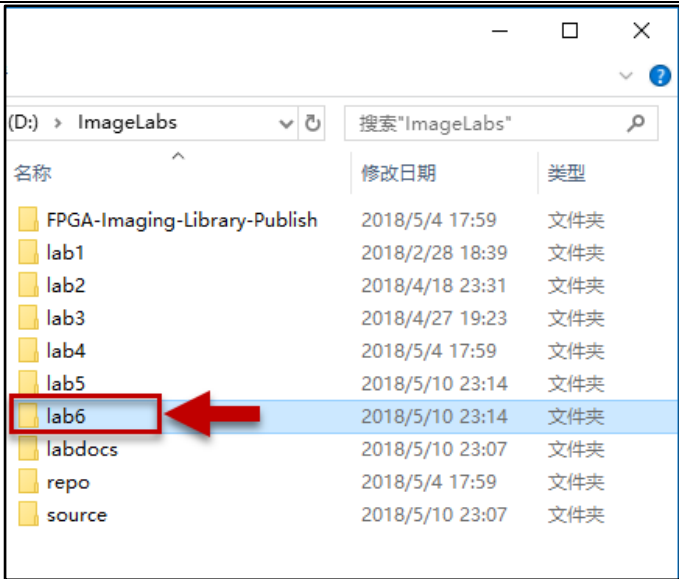



图 2-2 重命名实验目录

2 接着启动 Vivado 2014.4，在启动界面选择 Open Project，如下图所示：



图 2-3 启动 Vivado

3 然后在选择对话框中 找到之前的 lab6( 即 D:\ImageLabs\lab6 ) 然后选择 lab1.xpr 文件，点击 OK，打开工程，整个过程如下图所示：

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	11 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

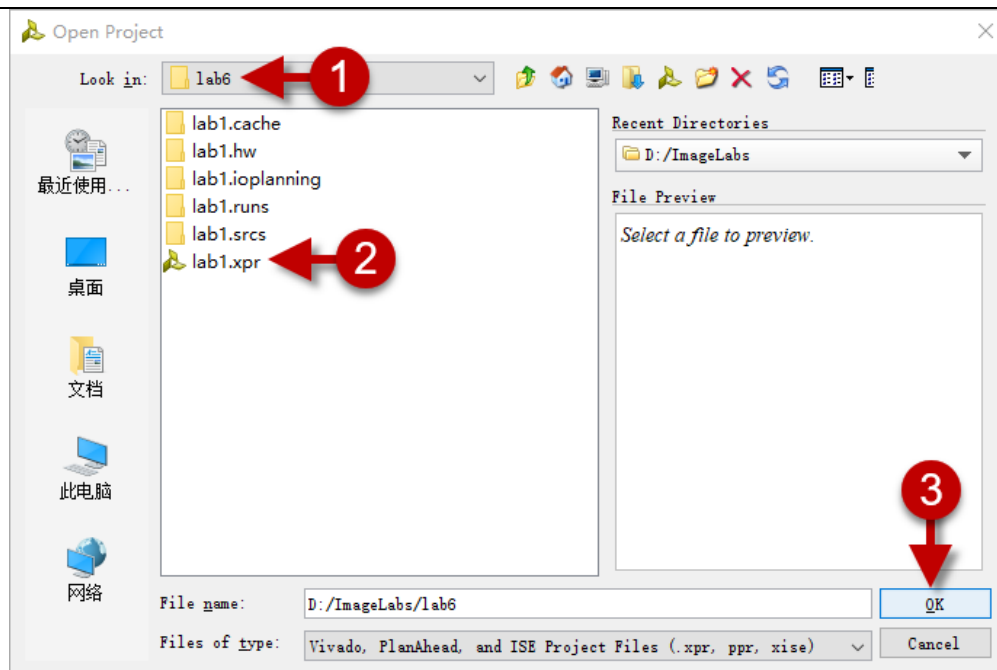


图 2-4 打开工程

- 4 然后在 Vivado 的主界面，点击 Open Block Design，这时会在主界面右边区域看到之前实验 4 的 IP 结构，如下图所示：

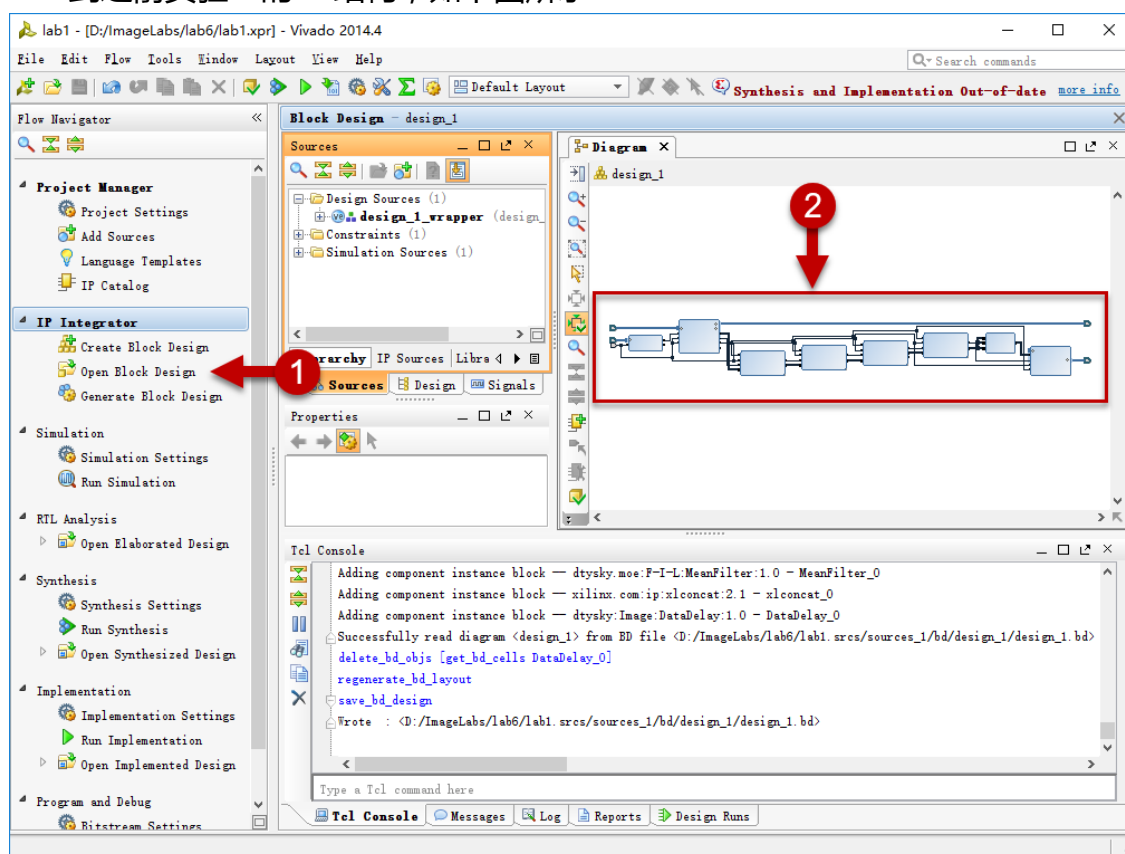


图 2-5 实验初始视图

- 5 在此基础上，我们开始添加 IP，点击左边栏的 Add IP 图标，然后在弹出的搜索框中，输入 local，这时能看到搜索结果中有个 ThresholdLocal 的 IP，双击它进行

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	12 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

添加，整个过程如下图所示：

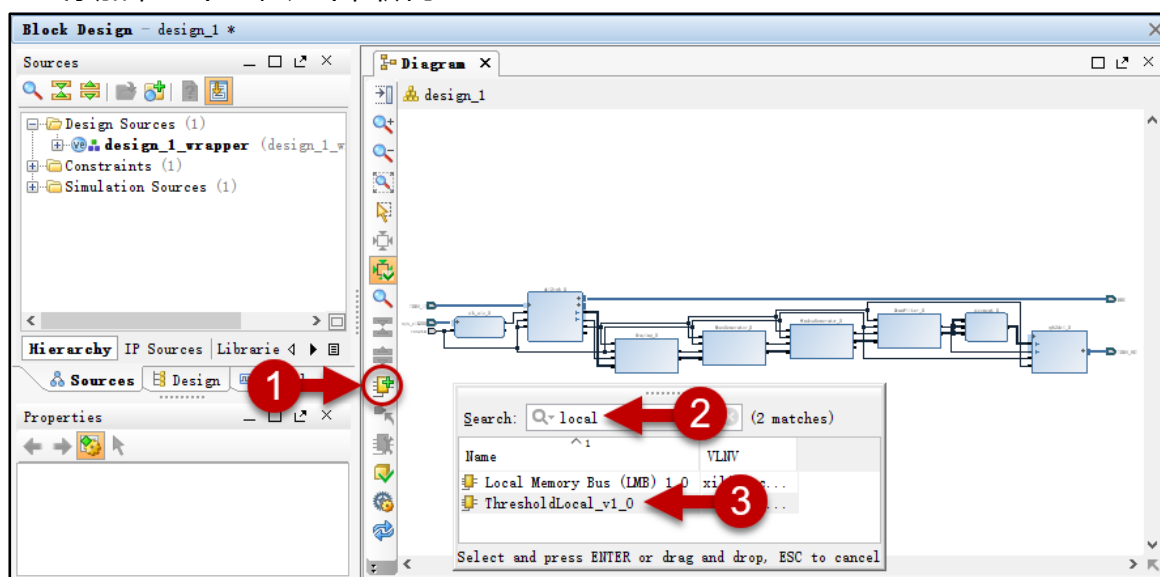


图 2-6 添加局部阈值化 IP

- 6 由于我们要将局部阈值化的作为结果显示，因此在模块化设计视图中，我们需要现将之前的数据流先断开，为此我们先用鼠标左键选中 MeanFilter IP 的 out\_data 端口，此时会看到该信号高亮为浅黄色（**注意一定不要选中整个 IP**），然后鼠标右键单击，在弹出菜单中选择 Disconnect Pin，整个过程如下图所示：

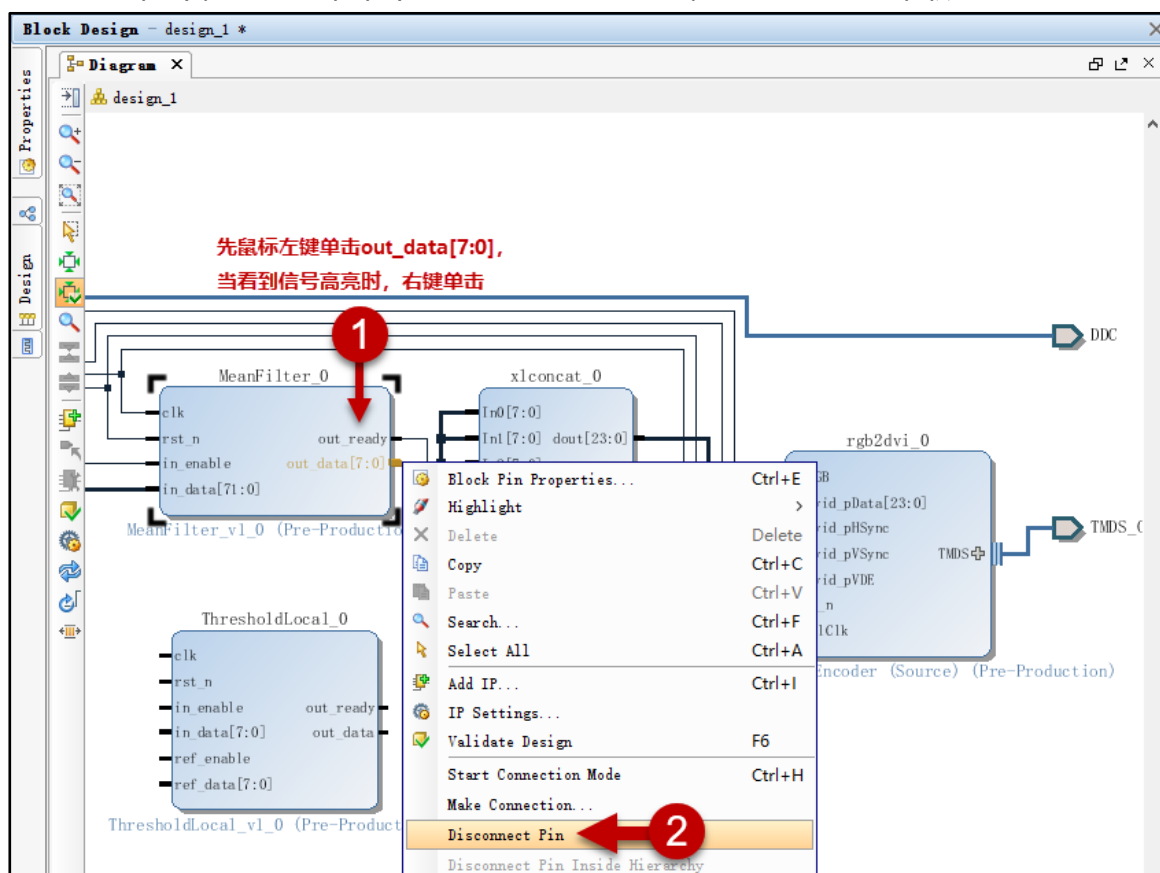



图 2-7 断开 MeanFilter IP 的 out\_data 端口

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	13 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

然后按照同样的方法断开 MeanFilter IP 的 out\_ready 端口，断开后的 IP 视图如下图所示：

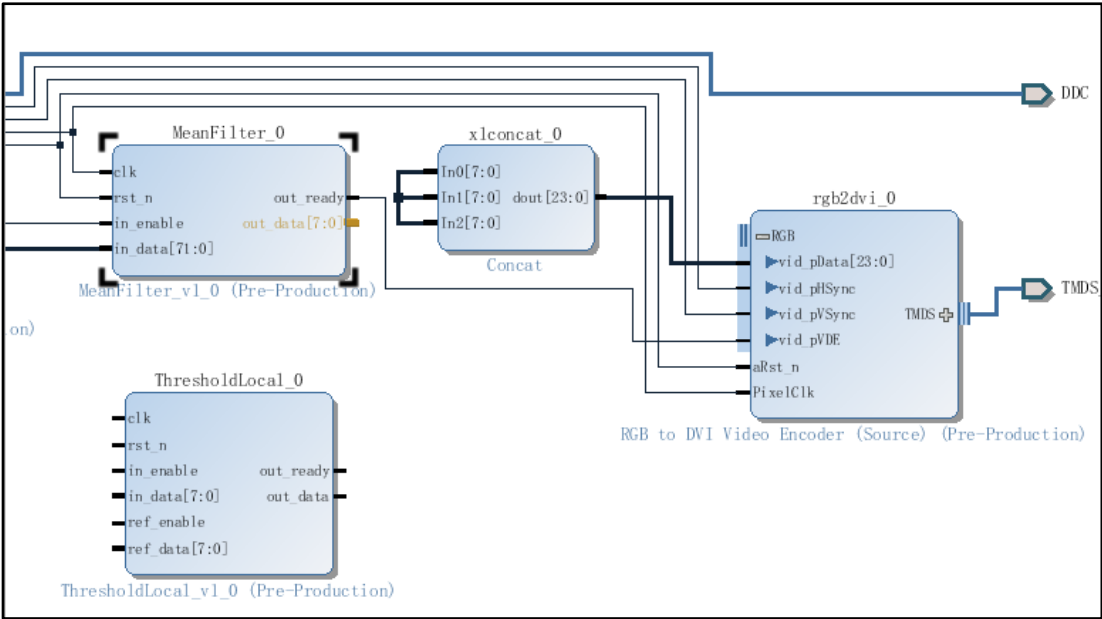


图 2-8 断开端口后视图

7 双击 ThresholdLocal 这个 IP 进行如下配置：

- Work Mode：Pipeline
- In Window Width：3
- Color Width：8
- Max Delay：8

确认无误后，点击 OK 确定，整个过程如下图所示：

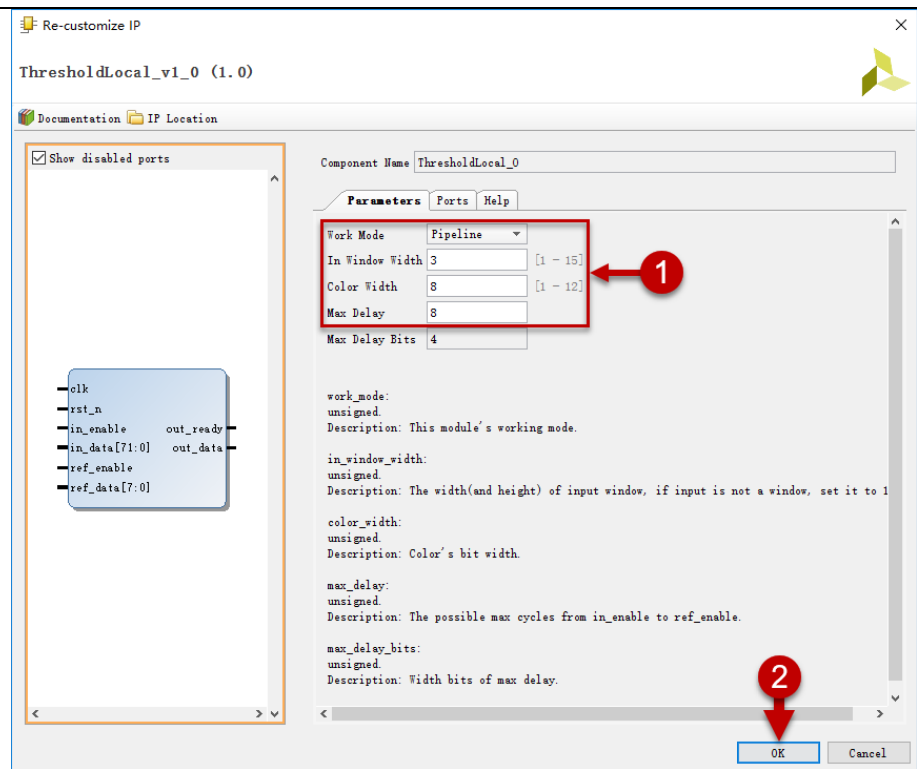


图 2-9 配置 ThresholdLocal IP

8 上述 IP 配置好后，我们将 ThresholdLocal 这个 IP 接在 WindowGenerator 之后，同时将均值滤波后的结果作为局部阈值化的参考输入。

我们将按照如下方式先对 ThresholdLocal IP 进行部分连接：

- ThresholdLocal\_0:clk → dvi2rgb\_0:PixelClk
- ThresholdLocal\_0:rst\_n → clk\_wiz\_0:resetn
- ThresholdLocal\_0:in\_enable → WindowGenerator\_0:out\_ready
- ThresholdLocal\_0:in\_data[71:0] → WindowGenerator\_0:out\_data[71:0]
- ThresholdLocal\_0:ref\_enable → MeanFilter\_0:out\_ready
- ThresholdLocal\_0:ref\_data[7:0] → MeanFilter\_0:out\_data[7:0]
- ThresholdLocal\_0:out\_ready → dvi2rgb\_0:vid\_pVDE

连接的操作如下图所示，鼠标光标移动到对应端口，然后点击不放并拖拽到与之对应的连接端口上，如果符合连接规则，端口会自动显示绿色的勾。

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	15 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		



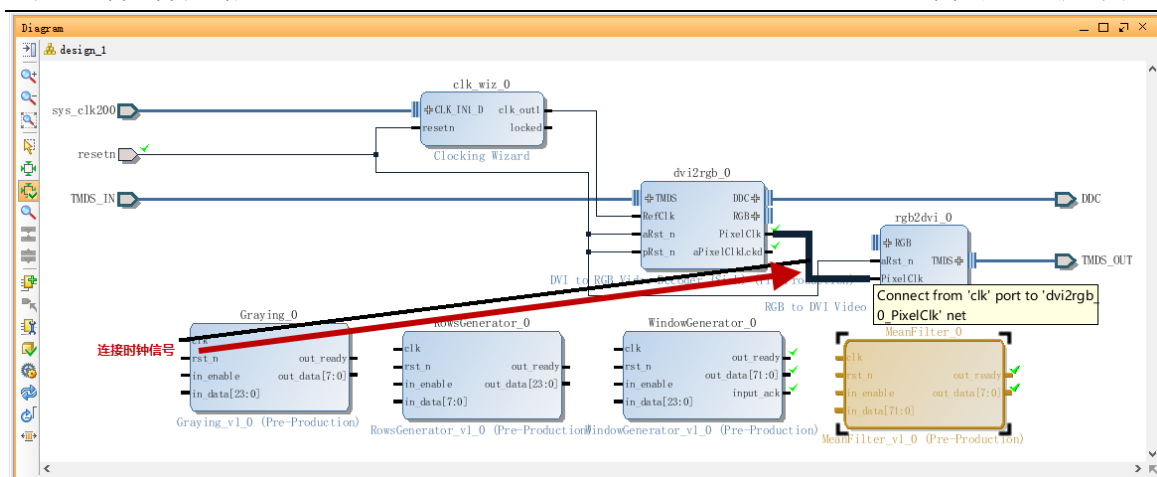


图 2-10 连接端口

- 9 双击 xlconcat\_0 IP 进行配置，在配置窗口中，将 Number of Ports 改为 24，然后将下面的每个输入端口模式都改为 Manual，Width 设置为 1，完成设置后点 OK 继续，如下图所示：

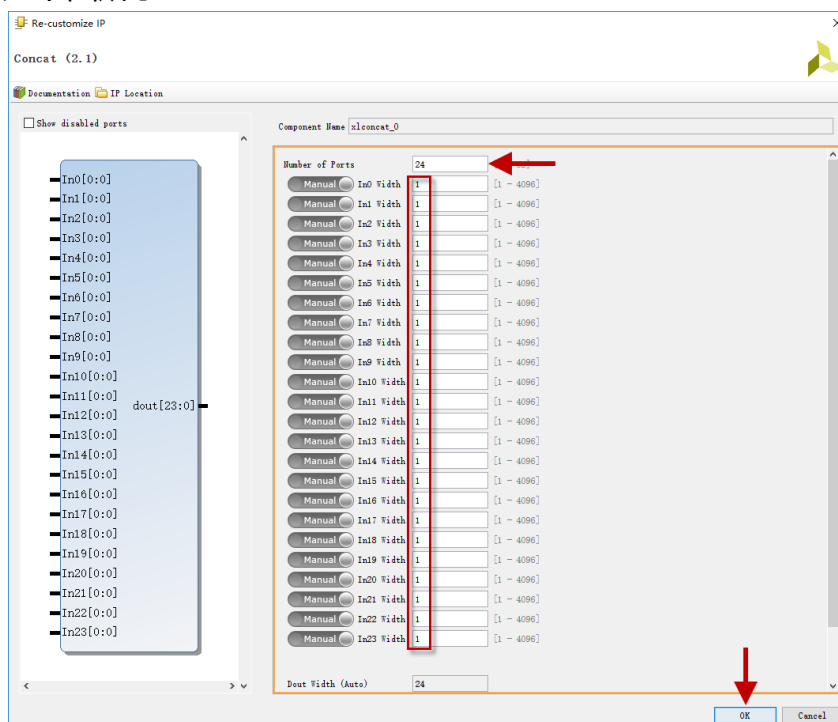


图 2-11 Concat IP 设置

完成配置后进行 IP 的连接，连接后的效果如下图所示，请仔细检查各 IP 的端口连接是否正确，为了方便核对，下图各种连接的高亮色图以示区别：

**提示：下图仅作为检查连接使用，读者完全不必也按照图示颜色进行标注 !!!**

xingdeng	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	16 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

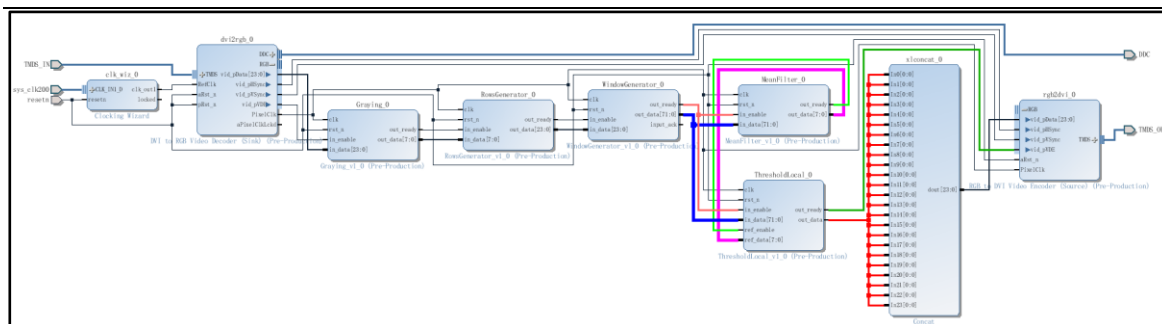


图 2-12 端口连接检查

- 10 连接检查无误后，即可保存 IP 模块化设计，在 Vivado 主界面点击保存图标，如下图所示：

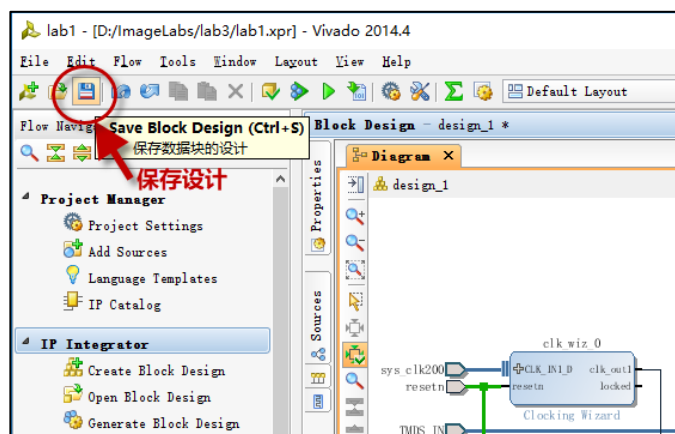


图 2-13 保存设计

接着在 Source 子窗口中展开 design\_1\_wrapper，选中 design\_1.bd，鼠标右键单击，在弹出的菜单中选择 Create HDL Wrapper，整个过程如下图所示：

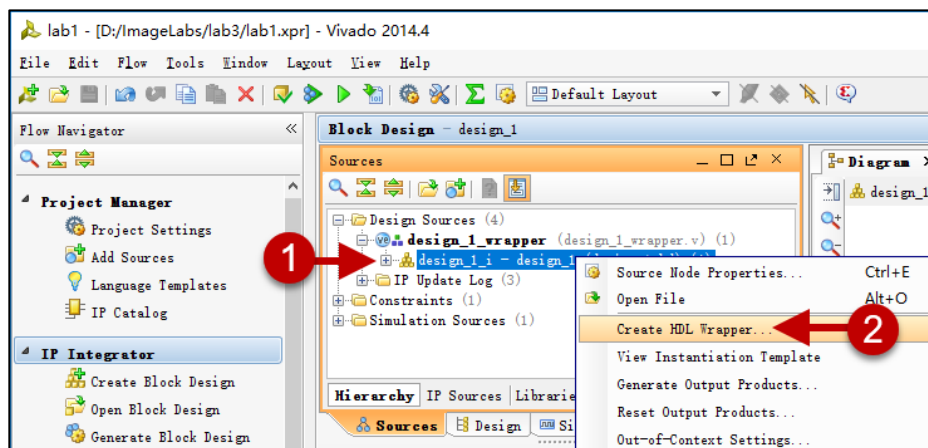



图 2-14 创建实验顶层 Wrapper 文件

接着在弹出的对话框中，保持默认选项不变，即选择 Let Vivado manage wrapper and auto-update，然后点击 OK，如下图所示：

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	17 of 22
	作者	修改日期	公开	
Joseph Xu		2018/5/10		

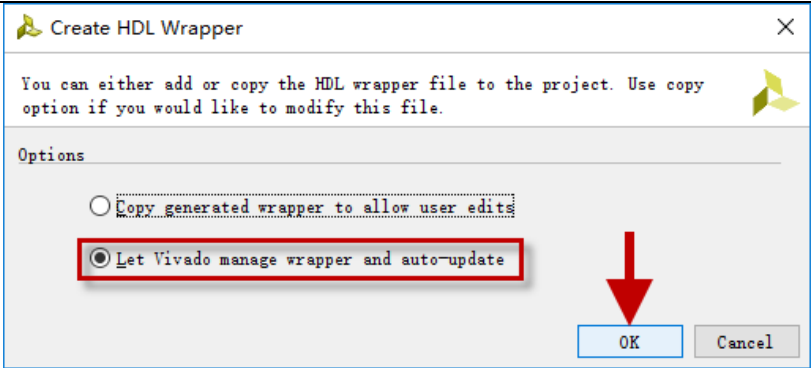


图 2-15 自动更新顶层文件

在 Vivado 主界面点击 Generate Bitstream，生成 bit 文件，如下图所示：

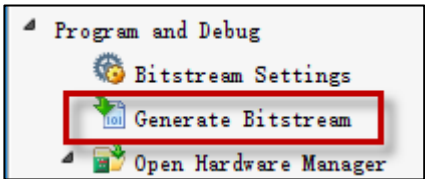


图 2-16 Generate Bitstream

在弹出的提示框中直接点 Yes 确认并继续，如下图所示：

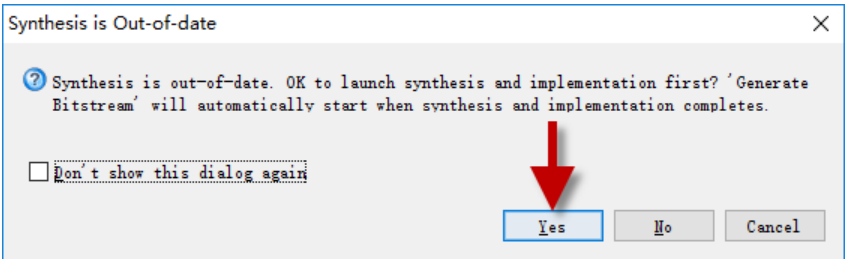


图 2-17 点击 Yes 确认生成 bit 文件

大约经过 10 分钟后，Vivado 会弹出 Bitstream Generation Completed 的提示框，表示 bit 文件完成，选择 Open Hardware Manager，然后点击 OK，如下图所示：

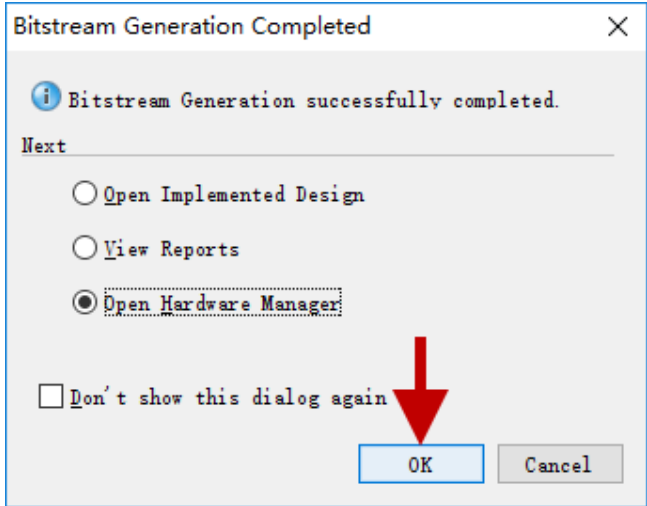



图 2-18 打开 Hardware Manager

接着我们需要对 SWORD4.0 硬件平台进行连接，根据下图示意依次进行如下

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	18 of 22
	作者	修改日期	公开	
Joseph Xu		2018/5/10		

操作：

- 1) 将电源线接上 SWORD4.0，注意此时 SWORD4.0 的开关不要打开；
- 2) 将下载器模块插到 SWORD4.0 的 CN7-JTAG 处，并将下载器的 USB 端口连到电脑；
- 3) 用一根 HDMI 线将 SWORD4.0 和 HDMI 信号源连接上；
- 4) 用一根 HDMI 线将 SWORD4.0 和 HDMI 显示器连接上；
- 5) 打开电源开关

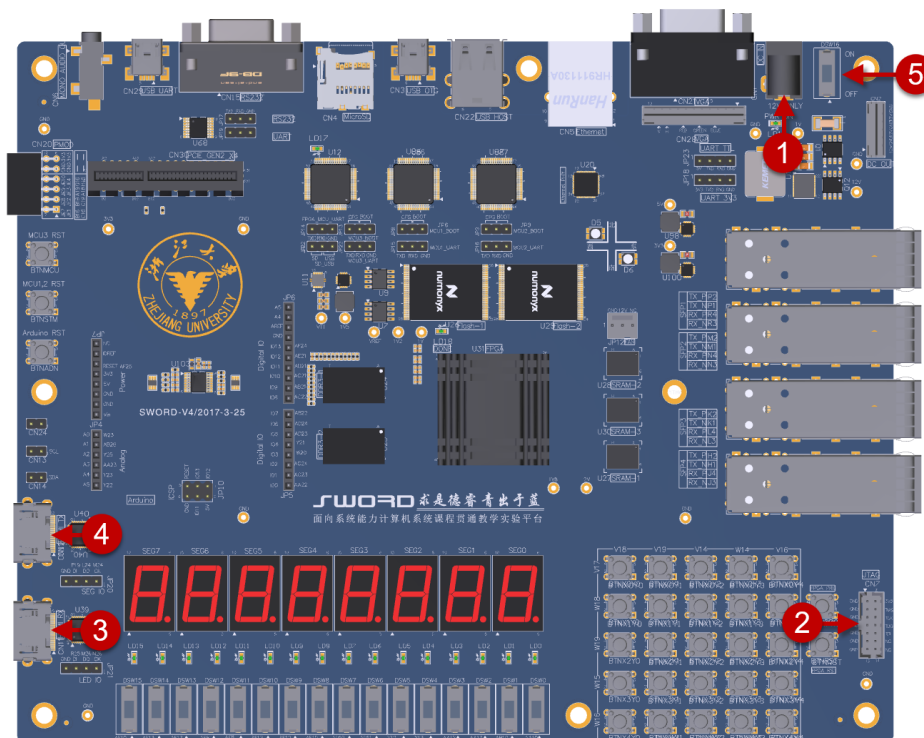


图 2-19 硬件连接对应位置

连接好后的效果如下图所示：


	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	19 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		



图 2-20 实际硬件连接

- 11 接着在 Hardware Manager 界面下，点击 Open target，在随之弹出的菜单中选择 Auto Connect，整个过程如下图所示：

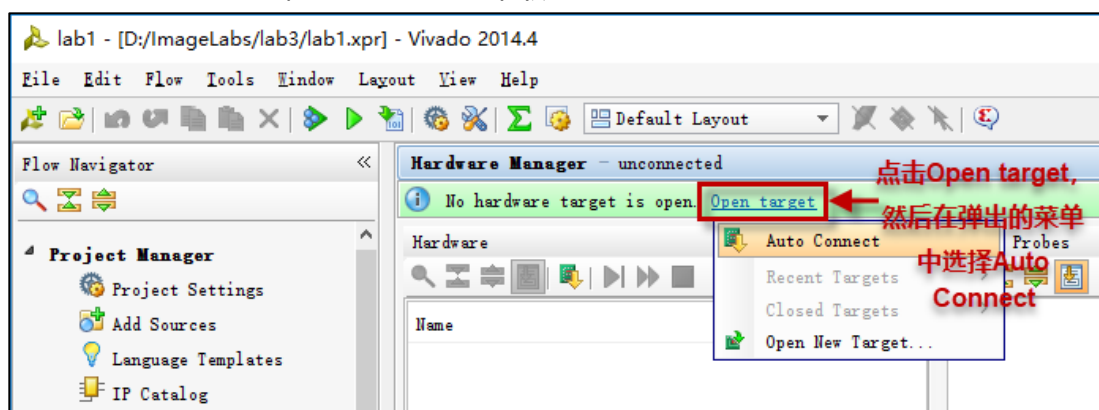



图 2-21 Open target

接着 Hardware Manager 会自动连接下载器并扫描 JTAG，一切正常的话，会显示出扫描到的目标器件：xc7k325t，鼠标右键单击目标器件，在弹出的窗口中选择 Program Device，整个过程如下图所示：

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	20 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		

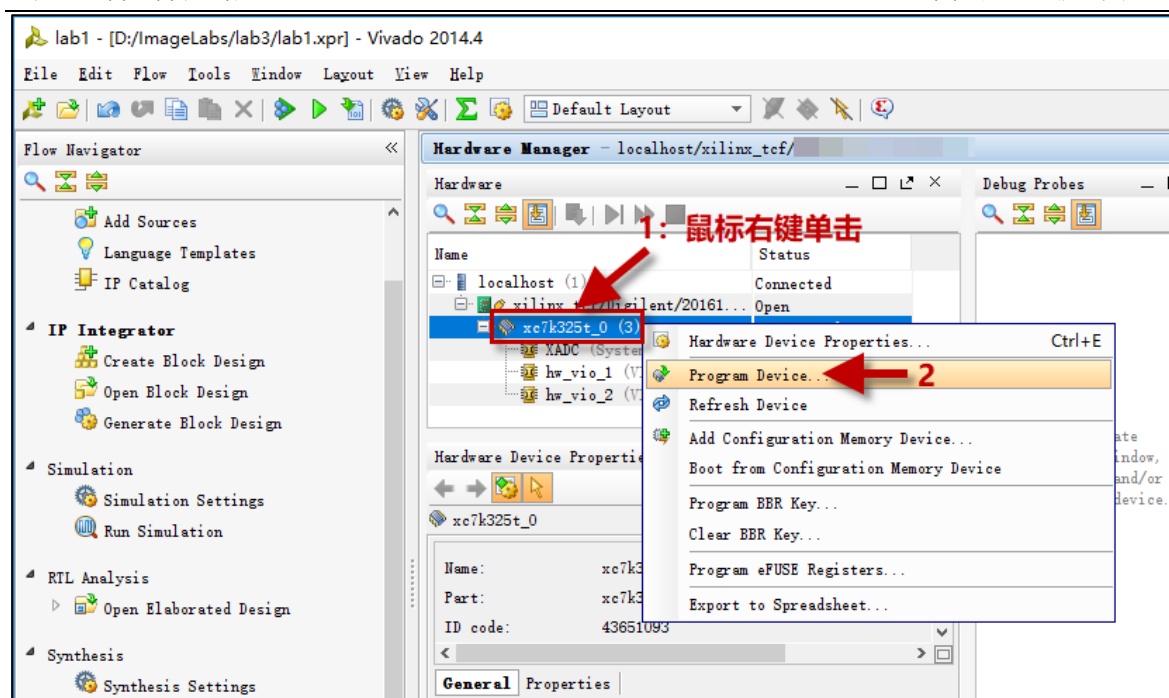


图 2-22 Program Device

在弹出的对话框中，保持默认设置，直接点击 Program，如下图所示：

提示：如果 Debug probe file 这一栏有输入，可忽略之。

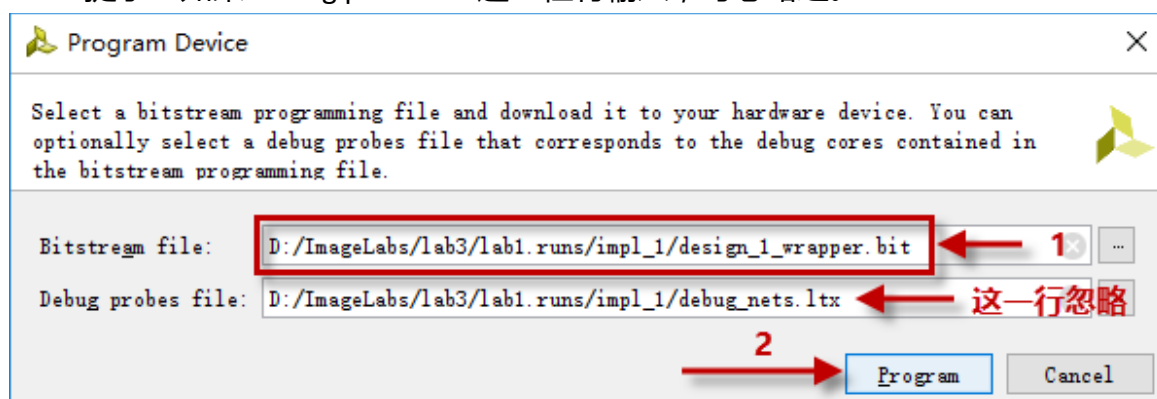


图 2-23 烧写目标器件

随着如下图所示进度条显示 100%，即表示目标器件烧写完毕。即可进入实验现象观察阶段。

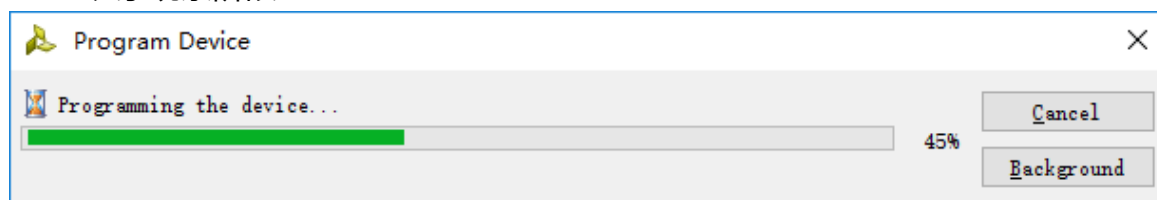



图 2-24 编程进度条

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	21 of 22
	作者	修改日期		
	Joseph Xu	2018/5/10	公开	



### 3. 局部阈值化实验结果

我们将连接 HDMI 输入端口的 HDMI 线在信号源端重新插拔一次，以便让信号源设备重新检测 ( Detect ) 一下接收设备，一切正常的话，我们即可在 HDMI 显示器上看到经过局部阈值化滤波后的显示画面。

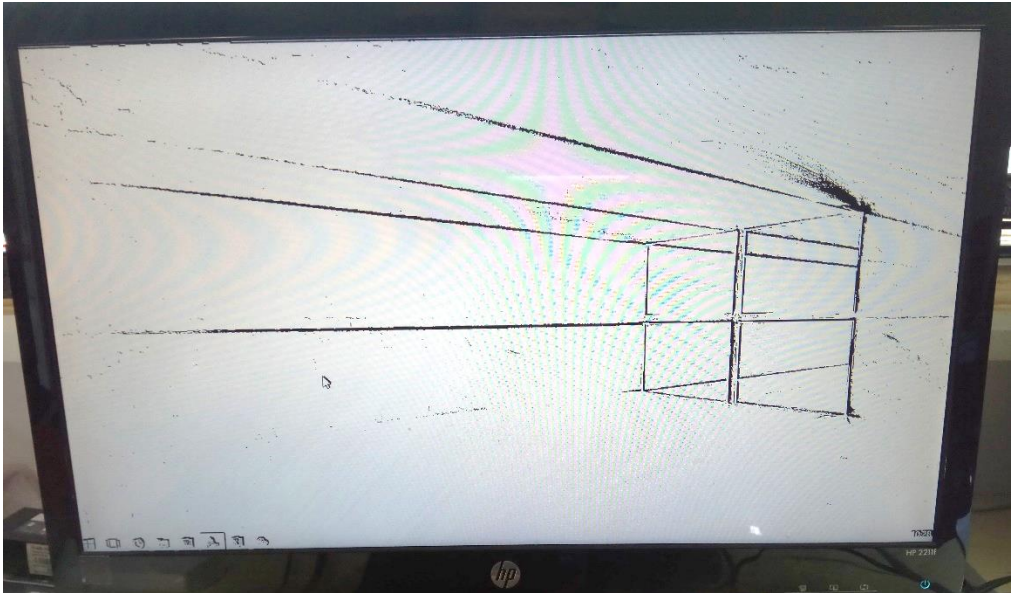



图 3-1 局部阈值化显示结果

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XDI-SWORD-IMG-006	1.0	22 of 22
	作者	修改日期	公开	
	Joseph Xu	2018/5/10		